

I-102

溶接軽量H形鋼柱の局部座屈と中心軸および偏心軸座屈実験

愛知工業大学 正員 青木 徹彦
名古屋大学 正員 福本 嘯士

1. まえがき 一般構造用溶接H形鋼は、予め製造されコイル状に巻いて保管された薄肉帯鋼板を直線板に戻しつつ、連続的に高周波抵抗溶接（または高周波誘導溶接）して製作される。鋼帯板自体は鋼塊から熱間圧延を繰返して作られるため中厚鋼板や形鋼材に比べて品質と材料強度特性の向上が期待できる。この鋼板からつくられた軽量形鋼は、したがって高強度、同一断面積における断面性能の向上が期待できる。この鋼板からつくられた軽量形鋼は、したがって高強度、同一断面積における断面性能の向上が期待できる。この鋼板からつくられた軽量形鋼は、したがって高強度、同一断面積における断面性能の向上が期待できる。この鋼板からつくられた軽量形鋼は、したがって高強度、同一断面積における断面性能の向上が期待できる。また、構造部材としての力学特性も現在のところ十分明らかではない。

本研究はこの部材を圧縮材として用いたときの強度特性を明らかにするために、中心軸および偏心軸圧実験を行い、合理的設計を行うための基礎資料とするものである。

2. 実験計画および実験方法 実験に用いた部材断面形はTable 1 に示す3種であり、材質はSWH41およびSWH41L（リップ付き）である。断面寸法および断面諸量を同表に示す。

実験の詳細はTable 2 に示す

ようである。初期たわみの測定は強軸および弱軸まわりの方向でそれぞれ柱長の8等分点上を1/100mm精度ダイヤルゲージにより測定し、またフランジ板の初期変形を見るためにフランジ中央および両端部を柱長方向に測定した。

残留応力はフランジおよびウェブ板の表裏に歪ゲージを貼り、機械切断により応力を解放して歪の測定を行った。

短柱実験は両端平押しとし、部材中央に貼り付けた歪みゲージにより局部座屈変形の測定を行い、また400mmの標点間を変位計により変位を測定し、短柱の平均歪を求めた。

座屈実験柱は弱軸まわりに両端ピン支持とし、中心軸に注意深く整置したのちに所定の偏心量を与えた。柱中央部の歪ゲージにより局部座屈の検出を行い、変位計により横変位量を測定した。

3. 実験結果と考察 (1) 引張り試験より得られた降伏応力を各タイプ毎に、フランジおよびウェブの断面積に応じて加重平均するとTable 3 に示す値となった。薄い板を持つ断面ほど高い断面平均降伏応力を有している。

(2) 柱の初期たわみ量は強軸、弱軸ま

Table 1 Cross Sectional Properties (nominal)

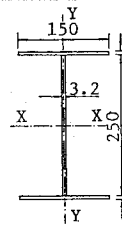
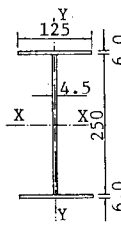
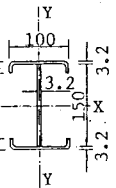
Type	C1	C2	C3
Cross Sectional Dimensions (mm)			
A (cm ²)	21.21	25.71	12.88
I _x (cm ⁴)	2410	2740	511
I _y (cm ⁴)	253	195	104
r _y (cm)	3.45	2.76	2.84

Table 2 Test Program

Measurement of Initial Out-of-Straightness	all test column
Measurement of Residual Stress	800mm N= 9
Stub Column Test	800mm N=12
Buckling Test (total N=30)	L/r (Length, Number)
	C1 50(1720mm, N=3) 67(2300mm, N=3)
	C2 50(1380mm, N=3) 67(1840mm, N=3) 92(2530mm, N=3)
	C3 50(1420mm, N=3) 53(1480mm, N=2) 68(1900mm, N=3) 70(1960mm, N=2) 93(1600mm, N=3) 95(2600mm, N=2)

わりとも断面形、細長比にかかわらずほぼ同じであり、柱長の1万分の1～2程度であった。しかし、フランジ端部では柱としての変形量の1.5～2倍の初期たわみ量がみられた。Fig. 1 は初期変形量を拡大して示した図である。

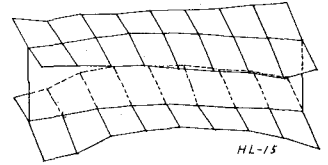


Fig.1 Initial Deformation

(3) 残留応力の測定結果はウェブとフランジ板を切離したとき、板に一樣な曲げ、および軸方向応力が見られた。板をさらに細かく切断すると、Fig. 2 に示すように構成板にかなり大きな曲げ応力が生じており、本部材に特徴的な残留応力分布形が現れた。これはコイル状の薄帯板を直線状に戻し、部材断面に組立てるときに生じたものと思われる。一般的な鋼部材に見られるような溶接による熱残留応力分布形は見られなかった。

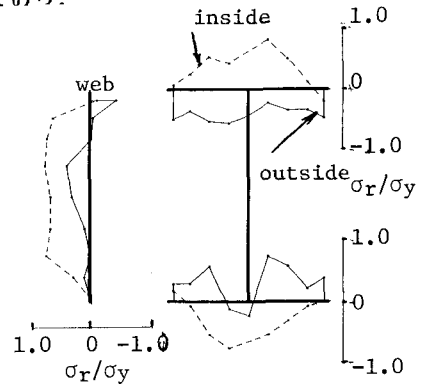


Fig.2 Residual Stress Distribution (type:C2)

(4) 短柱実験によって得られた断面平均応力と変位計によって求めた部材平均ひずみとの関係を描き、最大応力 σ_{ult} を求めるとTable 3 に示す値が得られた。同表には引張り試験で求めた降伏応力 σ_{yt} との比も示した。リップ付断面(C3)では最大耐力に達するまで局部座屈は見られず、最大耐力はほぼ σ_{yt} に達している。しかしタイプC1, C2ではウェブに局部座屈が生じて耐荷力が低下した。ウェブ板の左右両端の境界条件はフランジ板により弾性拘束ピン支持されていると考えられるが、短柱試験ではフランジによる弾性拘束度は大きいと思われる。

C1, C2タイプの荷重-変形曲線は最大耐力後にも比較的ゆるやかに低下した。

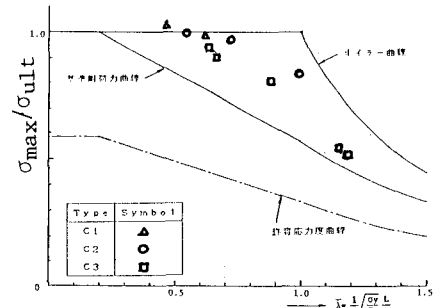


Fig. 4 Maximum Strength of the Centrally loaded columns

(5) 中心軸圧縮試験柱の中央部のひずみゲージの値を断面平均応力とともに描くとFig. 3 のようになる。この例では最大荷重の約半分でウェブに局部座屈が発生するが(図中矢印)、柱全体の剛性はそれ程低下することなく荷重は上昇する。局部座屈の発生応力は同じタイプの柱では細長比、偏心量の大きさにかかわらずほぼ同じ値であった。しかしその値は短柱による最大応力 σ_{ult} に比べかなり小さく、C1, C2, C3タイプに対し、それぞれ σ_{ult} の0.33, 0.57, 0.64であった。これは長柱部材ではフランジのウェブに対する拘束度が短柱より小さくなるためと考えられる。中心軸座屈実験による最大応力 σ_{max} を σ_{yt} で無次元化し、柱の細長比に対して図示すると道示の基準耐荷力曲線を下まわる柱(C1タイプ)が生じた。もし同じ方法で短柱強度(Table 3 の σ_{ult}/σ_{yt})を縦軸上に描いても1.0を下まわり、一般的な耐荷力曲線に適合しない。そこで短柱最大応力 σ_{ult} で無次元化したのがFig. 4 であり、安全側にまとめたデータが示されている。

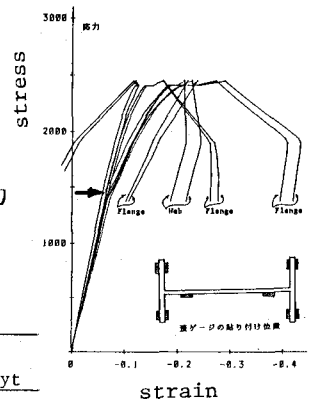


Fig.3

Table 3 Results of Tensile Test and Stub Column Test

Type	b/t ratio(measured)		A(cm ²) (measured)	Tensile test σ _{yt} (kg/cm ²)	Stub column test	
	Flange	Web			σ _{ult} (kg/cm ²)	σ _{ult} /σ _{yt}
C1	16.7	75.3	19.85	2562	1821	0.71
C2	10.4	52.9	23.78	2770	2457	0.89
C3	15.6	46.9	12.54	3378	3292	0.97